

## **CARTA GRAVIMÉTRICA PRELIMINAR DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA**

Carlos Aurélio Nadal

Professor do Departamento de Geomática - UFPR

Eduardo Ratton

Professor Titular do Departamento de Transportes - UFPR

Fábio Luis Troian

Coordenador do Programa Ilhas Oceânicas Brasileiras - UNISINOS

Universidade Federal do Paraná

Setor de Ciências da Terra. Departamento de Geomática

Caixa Postal 19.001 - 81531-990 - Curitiba - Paraná

Fax (41)266-2393

### **RESUMO**

Neste trabalho serão descritas as operações, métodos e técnicas aplicadas no levantamento gravimétrico do Arquipélago de Fernando de Noronha e que culminaram na confecção das cartas gravimétricas preliminares com iso-anômalas free-air e Bouguer .

### **ABSTRACT**

In this work the operations, methods and techniques applied in the gravimetric survey of the Archipelago of Fernando de Noronha will be described and that culminated in the making of the preliminary gravimetric maps with free-air and Bouguer anomalies.

### **1. INTRODUÇÃO**

No ano de 1987, formamos um grupo de pesquisa com o objetivo de estudar, do ponto de vista geodésico e geofísico, as Ilhas Oceânicas Brasileiras, aplicando os conhecimentos adquiridos em pesquisas similares desenvolvidas nas Ilhas Shetland do Sul, na Antártica.

Do esforço de cientistas e empresários, com apoio da Marinha e da Força Aérea Brasileira, foi possível a grupos de pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, da Universidade Vale do Rio dos Sinos e de outras Instituições nacionais e internacionais participarem de missões científicas ao Arquipélago de Fernando de Noronha e outras ilhas oceânicas brasileiras.

Desta forma, no ano de 1989, iniciou-se a coleta de dados cartográficos e gravimétricos que culminaram na elaboração da carta gravimétrica preliminar do Arquipélago, aqui apresentada.

## 2. LIGAÇÃO DO ARQUIPÉLAGO A REDE IGSN-71

No final do ano de 1989, em conjunto com cientistas do IAG-USP e do Observatório Nacional, foi realizada a ligação de uma estação gravimétrica situada no Aeroporto de Fernando de Noronha à Rede Internacional IGSN-71 [Blitzkow, 1989].

O valor médio da aceleração da gravidade nesta estação, obtido por medições relativas com três gravímetros, a partir de estações fundamentais situadas no Rio de Janeiro e Salvador, resultou em:

$$g = 978285,41 \text{ mGal.}$$

## 3. IMPLANTAÇÃO DA REDE GEODÉSICA

Em 1990 foi iniciada a determinação de coordenadas geodésicas de pontos com utilização do sistema de Posicionamento GPS. Contamos com a colaboração da Empresa GEOKOSMOS Geodésia e Consultoria Ltda, que cedeu pessoal e equipamento com o qual foi possível a implantação de uma rede geodésica no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Por várias razões, nessa época não foi possível a ligação de um ponto geodésico da rede geodésica brasileira situado no continente com o arquipélago, utilizando-se de métodos relativos de alta precisão, isto só foi possível em 1998 quando o IBGE efetuou esta ligação, utilizando-a no reajustamento do SAD69. Adotou-se como origem dos levantamentos, um ponto topográfico situado no Forte da Vila de Nossa Senhora dos Remédios, cujas coordenadas foram obtidas por método de posicionamento absoluto com GPS, e que resultaram em:

$$\begin{aligned}\phi &= 3^\circ 50' 18,29608'' \text{ S} \\ \lambda &= 32^\circ 24' 35,64482'' \text{ W de Greenwich.}\end{aligned}$$

Essas coordenadas foram referidas ao SGB - sistema geodésico brasileiro o qual por sua vez é associado ao SAD-69 ("South American Datum - 1969).

A partir deste vértice um total de nove pontos foram rastreados por método relativo com dois rastreadores com vistas a implantação da rede geodésica. As coordenadas de pontos acham-se disponíveis no banco de dados cartográficos do IBGE.

As altitudes destes pontos foram obtidas a partir de rastreamento efetivado em RN situado nas proximidades do Porto, ligada a um marégrafo implantado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação. Adotou-se um valor aproximado para a ondulação geoidal comparando-se a altitude fornecida pela DHN para a RN com a altitude geométrica fornecida no rastreamento. Este valor foi considerado constante para o Arquipélago, utilizando para a obtenção das altitudes dos outros pontos da rede.

Os pontos da rede e a RN do Porto, foram usadas numa segunda etapa, como origem de coordenadas planimétricas e altitudes dos outros pontos topográficos densificados no trabalho por métodos topográficos convencionais.

#### 4. LEVANTAMENTO GRAVIMÉTRICO

Utilizou-se um gravímetro LaCoste&Romberg do tipo G número 372 da UFPr. Os trabalhos foram iniciados no ano de 1990 com uma rede gravimétrica básica que constou de nove estações, cujas coordenadas foram obtidas como descrito anteriormente. A partir de pontos dessa rede básica densificamos outros pontos com distribuição geométrica homogênea nas Ilhas, na ordem de um ponto gravimetrado no interior de uma área de cinco hectares.

Planejou-se circuitos gravimétricos fechados, sempre com retorno a estação inicial dos levantamentos (estação vinculada a IGSN-71 situada no Aeroporto). Os valores de leitura do gravímetro foram transformados em unidades de gravidade (miligals), através de constantes de calibração fornecidas pelo fabricante, uma vez que na época o gravímetro havia recém retornado de calibração na fábrica. A correção teórica da atração gravitacional luni-solar foi calculada e aplicada a estes valores. A seguir os circuitos foram ajustados, corrigindo-os do efeito da deriva dinâmica. Os valores dos desníveis gravimétricos obtidos desse ajuste, somados algébricamente ao valor da gravidade da estação fundamental, resultaram nos valores finais da gravidade para cada estação.

As anomalias ar-livre e Bouguer foram calculadas da maneira corrente em Geodésia [Gemael, 1978]:

$$\Delta g_f = g + 0,3086h - \gamma \quad (1)$$

e,

$$\Delta g_b = \Delta g_f - A - B + C \quad (2)$$

ou seja, reduzem-se ao geóide os valores observados da gravidade na superfície da Terra. O gradiente normal da gravidade adotado foi 0,3086 miligals por metro. Eliminou-se as massas topográficas que se estendem desde a estação até à zona O de Hayford (raio igual a 166,7 Km). Nas fórmulas acima A representa a componente vertical da atração imposta à partícula de massa unitária situada na estação de observação, pelas massas contidas no platô de Bouguer de espessura igual a altitude ortométrica (h), sendo seu valor igual a:

$$A = 2 \pi \kappa \delta h \quad (3)$$

A constante newtoniana no sistema internacional de unidade apresenta o valor:

$$\kappa = 6.672 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1} \quad (4)$$

Adotando a densidade das massas topográficas como 2670 quilogramas por metro cúbico, resulta para o valor da constante:

$$A = 0,1119 h \text{ (miligals)} \quad (5)$$

O termo B converte o platô de Bouguer na calota de Bouguer a qual é limitada pelo raio externo da zona O de Hayford. Neste caso manteve-se abaixo do décimo do miligal, razão pela qual foi negligenciado.

A redução das massas próximas (redução do terreno), que implica na remoção das massas topográficas relativas à superfície superior da calota foi efetivada, principalmente no que concerne a pontos de altitude elevada do arquipélago, como é o caso do pico da ilha que apresente altitude da ordem de 200 m [Gemael, 1981].

A fórmula utilizada para o cálculo da gravidade normal  $\gamma$  é a internacional de 1967:

$$\gamma = 978031,85 (1 + 0,005278895 \sin^2 \phi + 0,000023462 \sin^3 \phi) \quad (6)$$

## 5. CARTAS DE ISO-ANÔMALAS

Duas cartas do Arquipélago de Fernando de Noronha, em escala aproximada de 1:70000, uma com iso-anômalas ar-livre e a outra com iso-anômalas Bouguer, que sintetizam o trabalho realizado. A equidistância entre as isocurvas é de um miligal, apresentam a primeira vista desenvolvimento no sentido SW-NE.

A semelhança de forma e valores das iso-anômalas é explicada em parte pela circunstância de que a maioria das estações apresenta valores de altitude próximos a zero metros (nível do mar).

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi possível a obtenção de valores relativos da aceleração da gravidade em pontos distantes 450 km do litoral brasileiro, no Oceano Atlântico, contribuindo para o aperfeiçoamento do conhecimento da ondulação geoidal.

Os atuais resultados passam a integrar o banco de dados oceanográficos promovido pela DHN, objetivando a renegociação do Tratado de Jamaica que versa sobre mar territorial brasileiro.

Pretende-se num próximo trabalho, efetuar-se um estudo teórico detalhado da influência das massas de água que circundam o arquipélago no valor das anomalias Bouguer, além de uma análise conjunta das informações gravimétricas com as geológicas e magnéticas, no sentido da tentativa de cálculo da espessura da crosta e da identificação de possíveis correlações geológicas e geofísicas do Arquipélago de Fernando de Noronha com o Arquipélago das Ilhas Shetland do Sul, onde desenvolvemos estudos semelhantes [Nadal, 1994].

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blitzkow, D. Relatório Técnico com os valores IGSN-71 das Estações gravimétricas do Arquipélago de Fernando de Noronha. Instituto Astronômico e Geofísico - USP. São Paulo 1989, 6p.
- Gemael, C. Geodésia Física. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Curitiba, 180p. 1978.
- Gemael, C. Levantamento Gravimétrico da Ilha de Santa Catarina. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Curitiba, 16p, 1981.
- Nadal, C.A., Juliano K. A., Um banco de dados geoambiental da Baía do Almirantado, Ilha Rei George. Anais do Iº Simpósio do Instituto de Pesquisas Antárticas da USP. São Paulo, p11-15, 1994.

## AGRADECIMENTOS

Os autores desejam externar seus agradecimentos a Força Aérea Brasileira, a Marinha do Brasil, ao IBAMA, a Administração do Arquipélago de Fernando de Noronha e a Fundação Américo Vespúcio, que tornaram possível a realização deste trabalho .



